



FACULTAD DE INGENIERÍA  
CIVIL Y AMBIENTAL



ESCUELA  
POLITÉCNICA  
NACIONAL



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL**

**AMBD553:**  
**METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA**

**CAPÍTULO 7:**  
**MASAS Y FRENTE DE AIRE**

**Docente: Lenin Campozano PhD**

---

## CONTENIDO DEL CAPÍTULO

7.1 Masas de aire

7.2 Frentes de aire

7.3 Bajas presiones ondulatorias

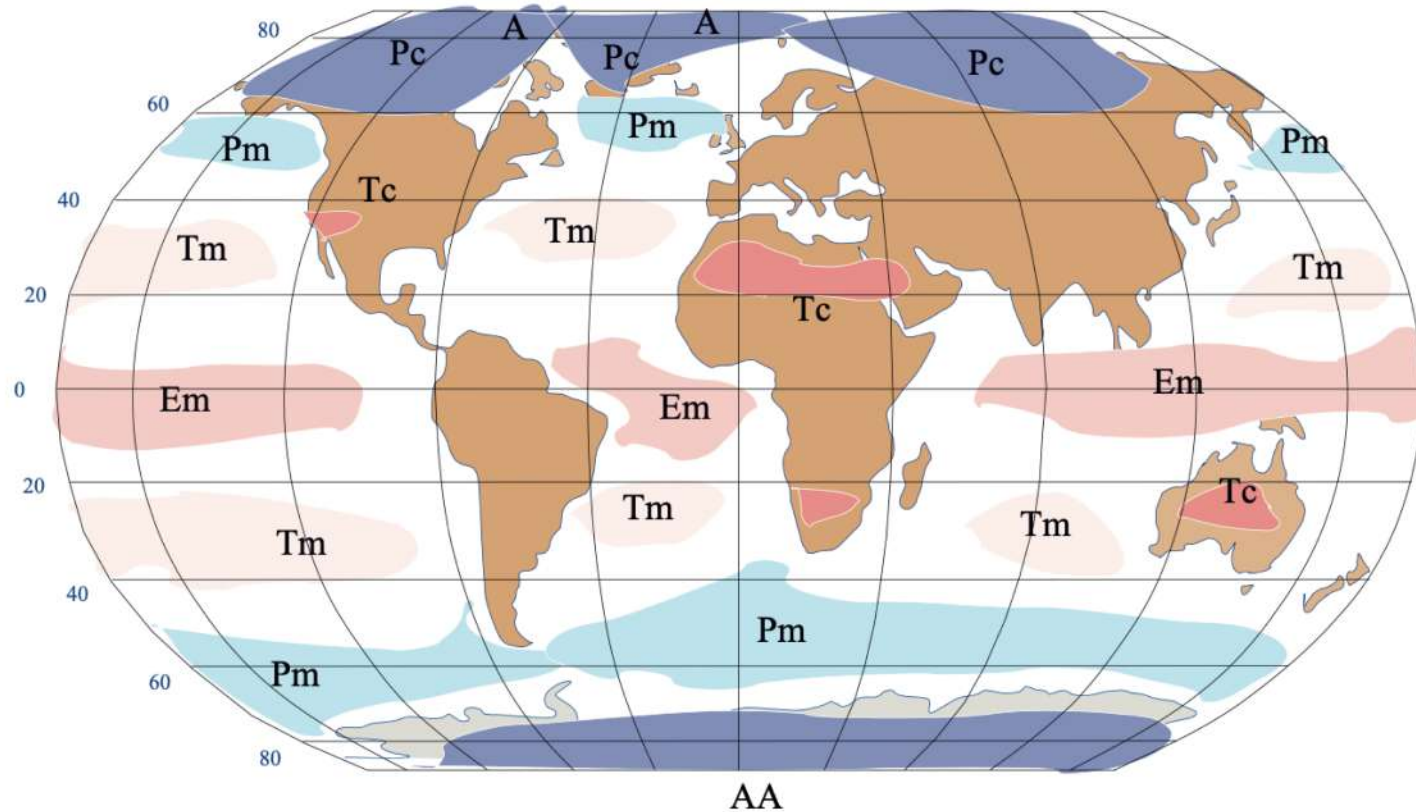
## 7.1 Masa de aire

---

- Las regiones de la superficie terrestre que generan las masas de aire se denominan regiones manantiales.
- Estas regiones deben ser de gran extensión y tener propiedades de humedad y temperatura suficientemente uniformes.
- Las masas se clasifican por su temperatura en polar (P), ártica (A), tropical (T) y ecuatorial (E); y por la humedad en marítimas (m) y continentales (c).
- Una región manantial y la masa de aire que genera queda, así, determinada por el correspondiente par de letras que describen su temperatura y humedad.
- Las regiones manantiales, al igual el que respectivo anticiclón bajo el que se sitúan, se desplazan hacia el Norte en verano y hacia el Sur en invierno.

## 7.1 Masa de aire

### PRINCIPALES MASAS DE AIRE:



*Figura 7.1: Principales regiones manantiales. Estas regiones se desplazan según las estaciones y las que aquí se muestran están promediadas a lo largo de año. Figura modificada de Ritter, Michael E. *The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography*, 2006.*

## 7.1 Masa de aire

### PRINCIPALES MASAS DE AIRE:

▼ **TABLE 11.1** Air Mass Classification and Characteristics

SOURCE REGION	ARCTIC REGION (A)	POLAR (P)	TROPICAL (T)
<i>Land</i>	<i>cA</i>	<i>cP</i>	<i>cT</i>
Continental(c)	extremely cold, dry stable; ice- and snow-covered surface	cold, dry, stable	hot, dry, stable air aloft; unstable surface air
<i>Water</i>		<i>mP</i>	<i>mT</i>
Maritime (m)		cool, moist, unstable	warm, moist; usually unstable

## 7.1 Masa de aire

---

### PRINCIPALES MASAS DE AIRE:

- Aire ártico (A): Situadas en el círculo polar, sobre un suelo muy uniforme, cubierto de hielo y nieve, por lo que no hay manantiales marítimos. La zona está ocupada por el anticiclón polar con vientos débiles que dan lugar a una masa de aire muy estable, muy fría y seca. Hay una inversión térmica entre el suelo, donde la temperatura es mínima, y un nivel cuya presión está comprendida entre 900 y 850 hPa en el que la temperatura es máxima. La temperatura está comprendida entre -55 y -35 °C y la humedad específica entre 0,05 y 0,2 g/kg. A veces se distingue entre el manantial ártico y el antártico (AA), pero más por razones geográficas que termodinámicas.
- Aire polar continental (Pc): Se sitúan en el norte de Canadá y de Siberia. Las características son parecidas a las del aire ártico, pero con temperaturas más elevadas, -35 y -20°C, y con mayor humedad, entre 0,2 y 0,6 g/kg, que causa cierta condensación sobre el suelo. Durante el verano estas masas se retraen hacia el norte y adelgazan en altura.
- Aire polar marítimo (Pm): Se encuentran situadas sobre los océanos aproximadamente por encima de los 55° de latitud cuando se dan las condiciones necesarias. En el hemisferio norte esta zona está dividida por los continentes, pero es prácticamente continua en el hemisferio sur. Tienen una temperatura comprendida entre 0 y -15°C y una humedad entre 3 y 10 g/kg, muy concentrada en la capa superficial. Son, por lo tanto, masas de aire fresco, húmedo e inestable.

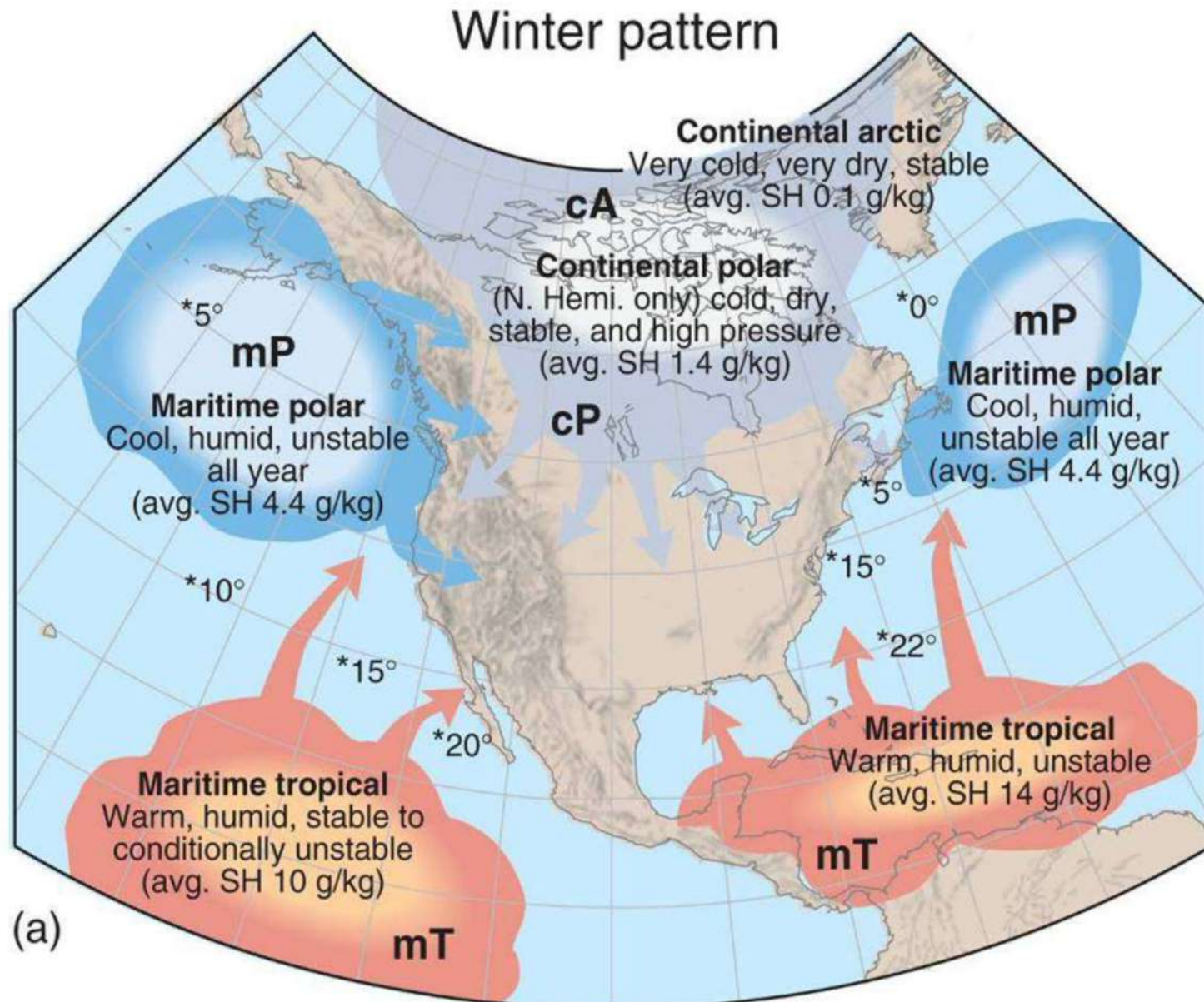
## 7.1 Masa de aire

---

### **PRINCIPALES MASAS DE AIRE:**

- Aire tropical continental (Tc): Se encuentran situadas sobre los continentes en zonas anticiclónicas semipermanentes desérticas. Dan lugar a masas de aire seco y cálido, generalmente inestables por el calentamiento diurno de las capas bajas. La más extensa se encuentra sobre el norte de África, con temperaturas típicas comprendidas entre 25 y 35°C y humedad específica inferior a 10 g/kg.
- Aire tropical marítimo (Tm): Se encuentran situadas sobre los océanos en zonas anticiclónicas semipermanentes. Dan lugar a masas de aire húmedo (15-20 g/kg) y cálido (20-30°C), de estabilidad variable.
- Aire ecuatorial marítimo (Em): Situadas en el borde ecuatorial de las altas subtropicales. Es una zona de calmas generadas por la convergencia de los alisios con corrientes ascendentes. Generan masas de aire cálido de aproximadamente 27°C y alta humedad (> 20 g/kg), por lo que están en casi constante inestabilidad.

## 7.2 Frentes



<https://tsumagoiweather.wordpress.com/2012/04/>



## 7.2 Frentes

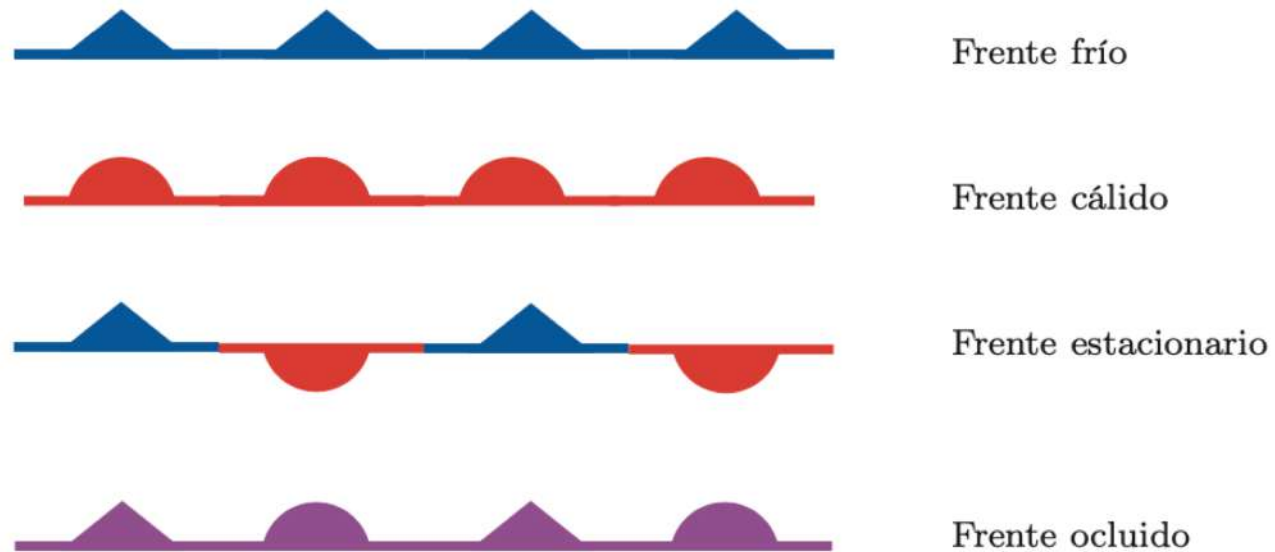
---

- En su movimiento horizontal dos masas de aire pueden llegar a colisionar y permanecer unidas.
- Se llama frente a la región fronteriza entre dos masas de aire de distinta naturaleza → el frente es una zona estrecha, de unos 20-200 km de espesor, en la que se produce la transición entre las dos masas de aire.
- Para que se produzca un frente hace falta que las dos masas tengan temperaturas virtuales bien diferentes, como ocurre en nuestra latitud entre las masas de aire tropical cálido y húmedo y la de aire polar.
- Para la formación del frente también es necesario que las trayectorias de las masas de aire sean convergentes
- La superficie frontal está inclinada hacia la parte fría, de forma que el aire caliente se sitúa sobre el frío, que es más denso.

## 7.2 Frentes

---

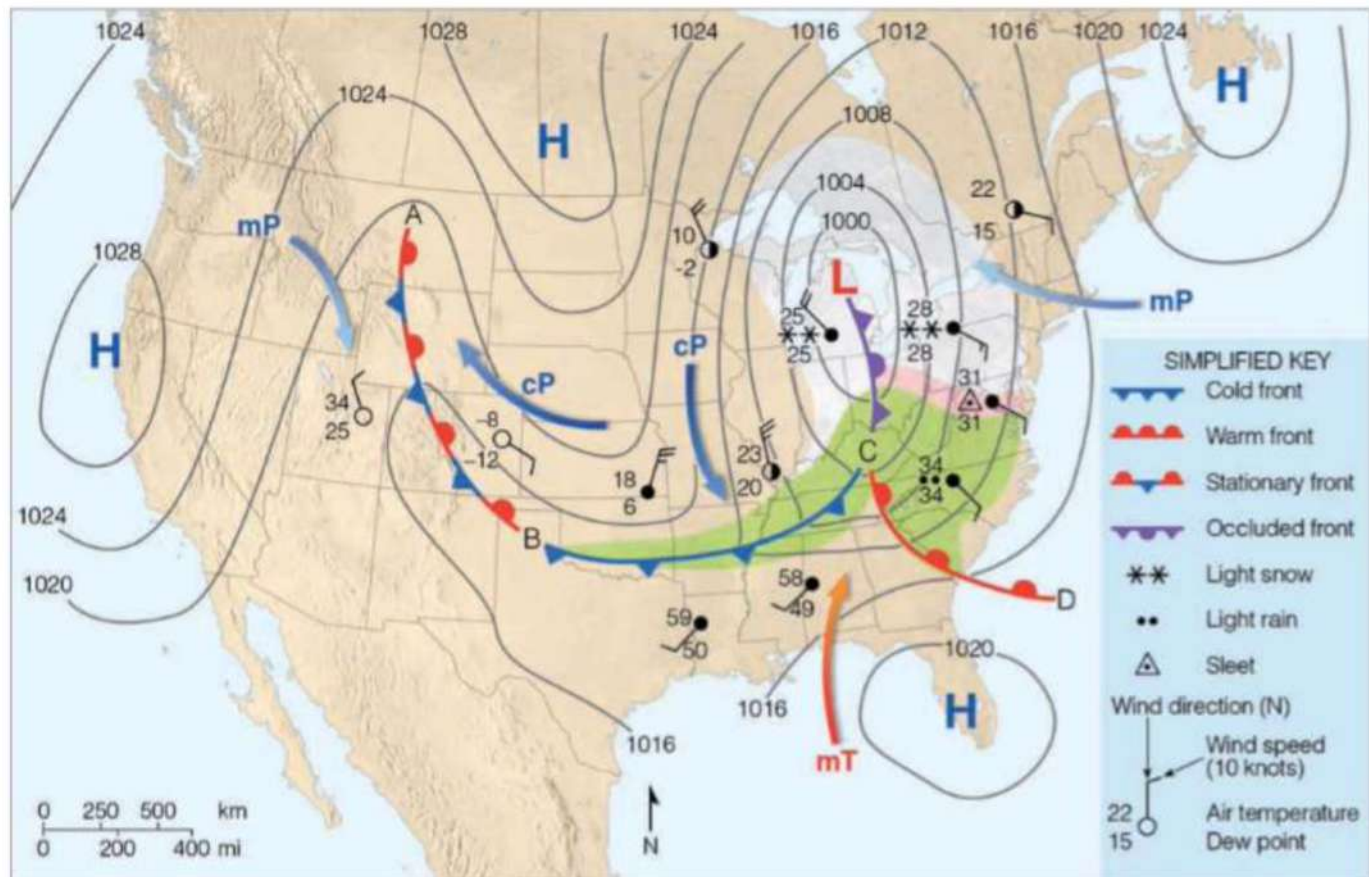
- Los frentes se clasifican en cuatro tipos: fríos, cálidos, estacionarios y ocluidos.



*Figura 7.2: Código utilizado para representar los frentes en los mapas del tiempo.*

## 7.2 Frentes

### - CONDICIONES DE FORMACIÓN DE VARIOS FRENTES

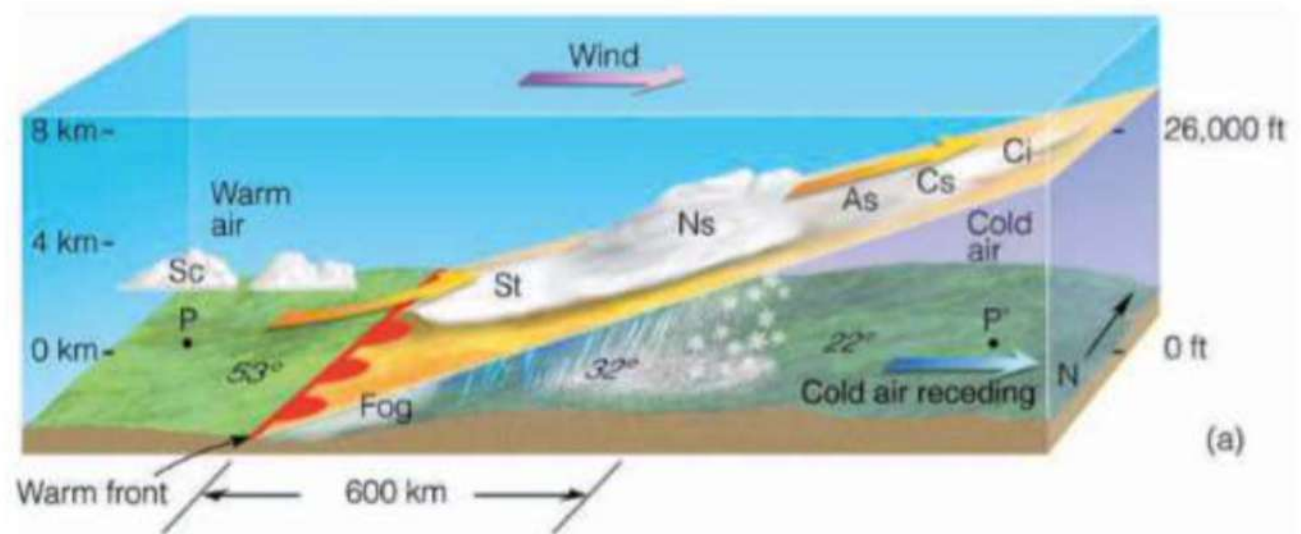


• **FIGURE 11.14** A surface weather map showing surface-pressure systems, air masses, fronts, and isobars (in millibars) as solid gray lines. Large arrows in color show air flow. (Green-shaded area represents rain; pink-shaded area represents freezing rain and sleet; white-shaded area represents snow.)

## 7.2 Frentes

### FRENTE CALIDO

**ACTIVE FIGURE 11.21** Vertical view of clouds, precipitation, and winds across the warm front in Fig. 11.20 along the line P–P'. Visit the Meteorology Resource Center to view this and other active figures at [academic.cengage.com/login](http://academic.cengage.com/login)



## 7.2 Frentes

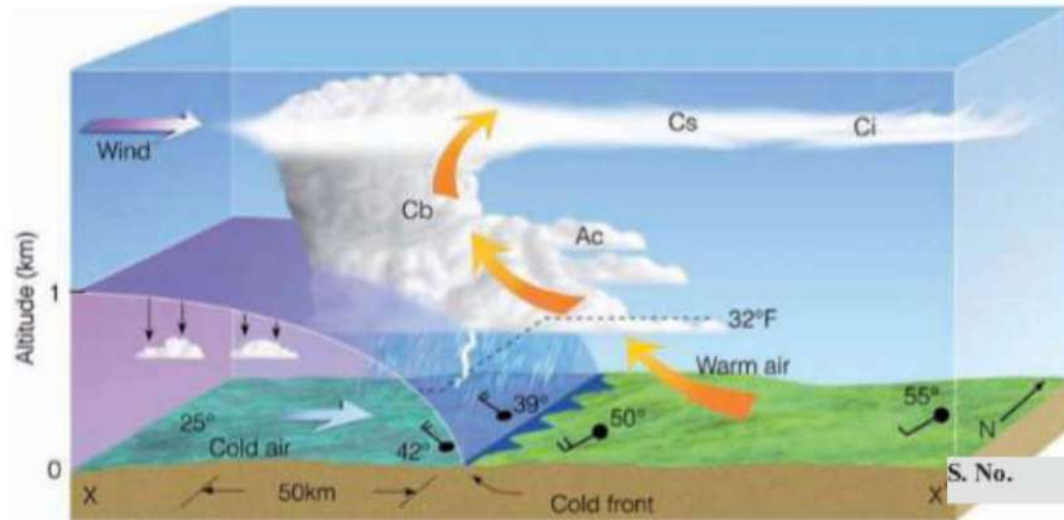
### FRENTE CALIDO

▼ **TABLE 11.3** Typical Weather Conditions Associated with a Warm Front in the Northern Hemisphere

WEATHER ELEMENT	BEFORE PASSING	WHILE PASSING	AFTER PASSING
Winds	South or southeast	Variable	South or southwest
Temperature	Cool to cold, slow warming	Steady rise	Warmer, then steady
Pressure	Usually falling	Leveling off	Slight rise, followed by fall
Clouds	In this order: Ci, Cs, As, Ns, St, and fog; occasionally Cb in summer	Stratus type	Clearing with scattered Sc, especially in summer; occasionally Cb in summer
Precipitation	Light-to-moderate rain, snow, sleet, or drizzle; showers in summer	Drizzle or none	Usually none; sometimes light rain or showers
Visibility	Poor	Poor, but improving	Fair in haze
Dew point	Steady rise	Steady	Rise, then steady

# 7.2 Frentes

## FRENTE FRÍO



● **FIGURE 11.17** A vertical view of the weather across the cold front in Fig. 11.15 along the line X–X'.

S. No.	Name	Symbol	Short description
1	Cirrus	Ci	High cloud, appearance like feather, white in color
2	Cirrocumulus	Cc	High clouds, vertical development arranged in bands, white in color
3	Cirrostratus	Cs	High cloud, stratified, white in color produce halo around sun and moon
4	Altostratus	As	Medium cloud, stratified as gray or bluish sheet, with faint gleam of sun or moon; when thick gives rain
5	Nimbostratus	Ns	Thick mass of cloud with base lower than As; produces much rain
6	Stratus	St	Low cloud, which are spread out like a sheet; when thick give drizzle
7	Stratocumulus	Sc	Low cloud with limited vertical development, as if further growth has been suppressed/dissipating cumuli
8	Cumulus	Cu	Low cloud having vertical development, those with towering development are symbolized <b>Lcu</b>
9	Cumulonimbus	Cb	Low cloud, with great vertical development, top like anvil, produce

## 7.2 Frentes

### FRENTE FRÍO

▼ **TABLE 11.2** Typical Weather Conditions Associated with a Cold Front in the Northern Hemisphere

WEATHER ELEMENT	BEFORE PASSING	WHILE PASSING	AFTER PASSING
Winds	South or southwest	Gusty, shifting	West or northwest
Temperature	Warm	Sudden drop	Steadily dropping
Pressure	Falling steadily	Minimum, then sharp rise	Rising steadily
Clouds	Increasing Ci, Cs, then either Tcu* or Cb*	Tcu or Cb	Often Cu, Sc* when ground is warm
Precipitation	Short period of showers	Heavy showers of rain or snow, sometimes with hail, thunder, and lightning	Decreasing intensity of showers, then clearing
Visibility	Fair to poor in haze	Poor, followed by improving	Good, except in showers
Dew point	High; remains steady	Sharp drop	Lowering

\*Tcu stands for towering cumulus, such as cumulus congestus; whereas Cb stands for cumulonimbus. Sc stands for stratocumulus.

## 7.2 Frentes

---

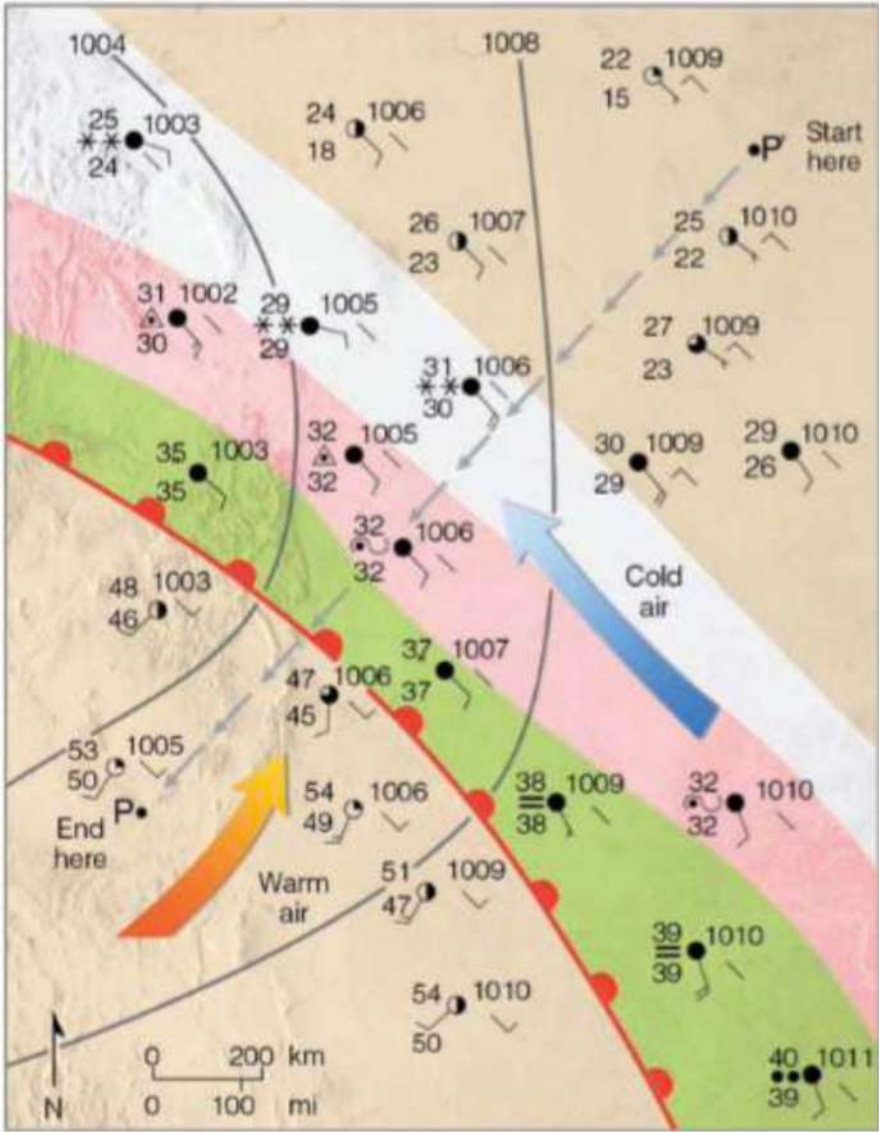
### IDENTIFICACIÓN DE FRENTES

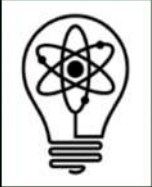
1. Cambios repentinos de temperatura en distancias relativamente cortas
2. Cambios en el contenido de humedad mostrados en cambios en la temperatura de punto de rocío
3. Cambios en la dirección del viento
4. Cambios en la presión
5. Patrones de humedad, precipitación y visibilidad



# 7.2 Frentes

¿QUÉ PRUEDES OBSERVAR EN ESTE MAPA DE ESTADO DEL TIEMPO?



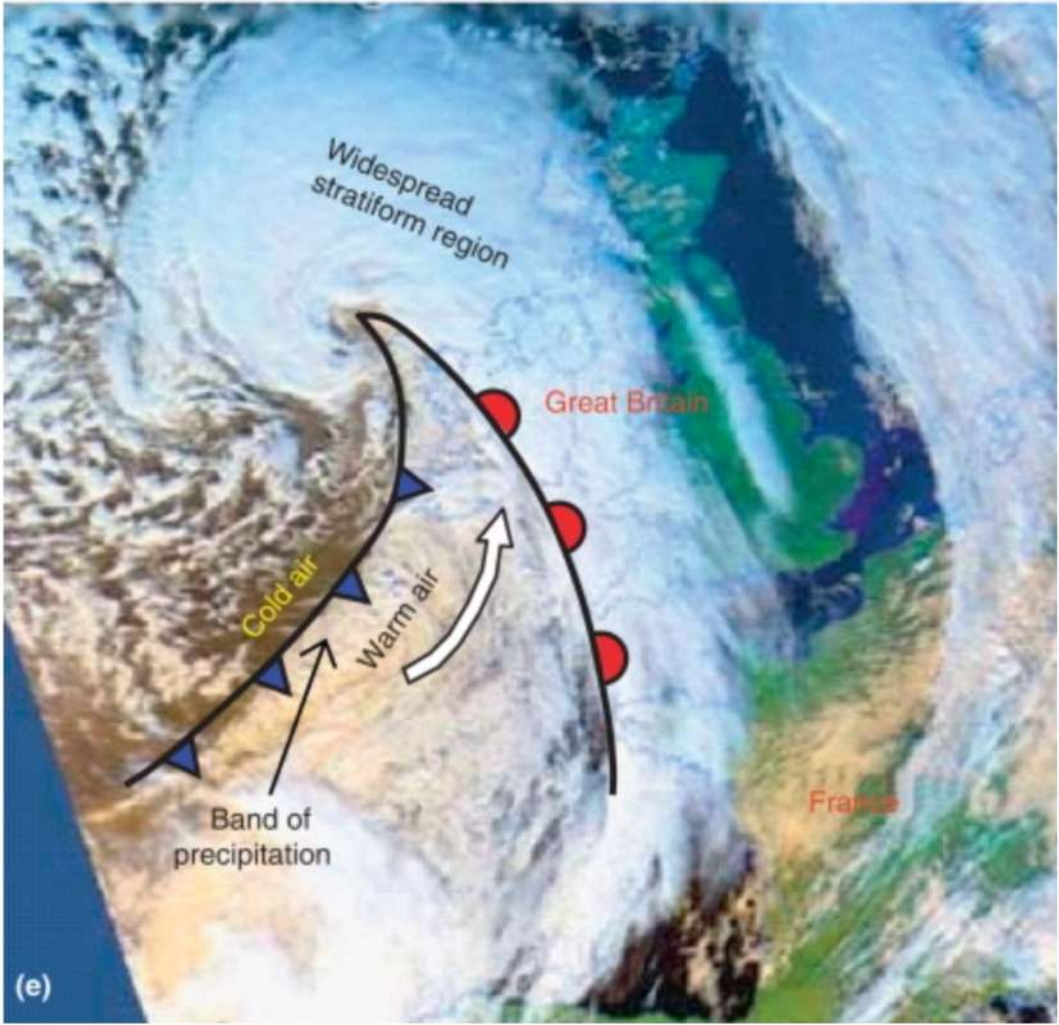
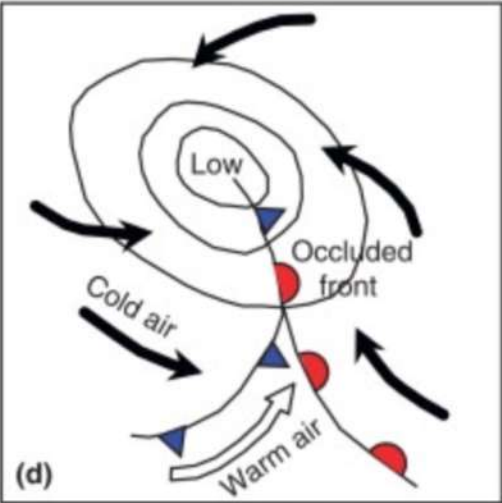
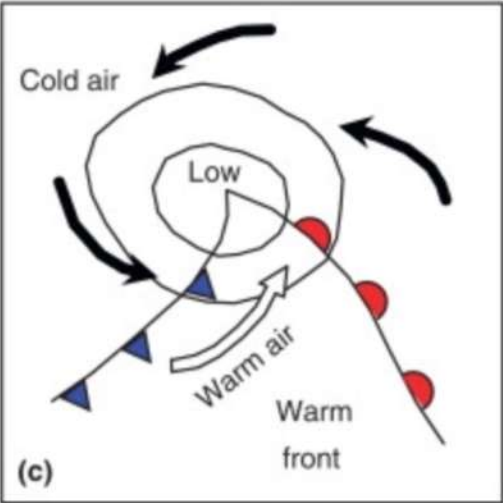
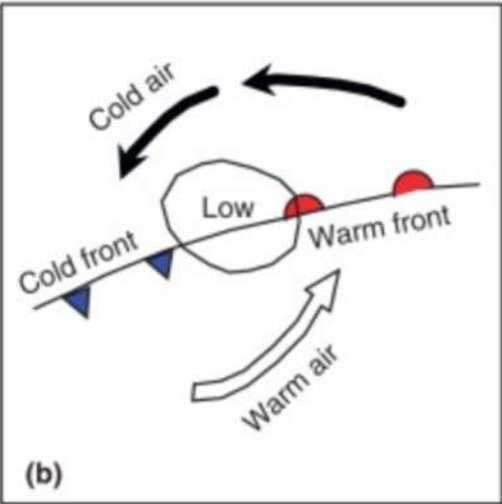
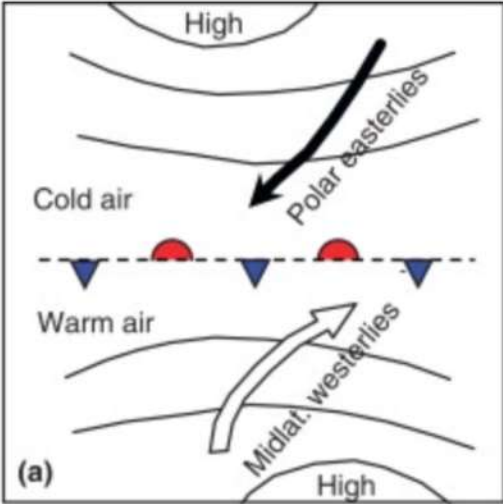
DESARROLLA 

## 7.3 Bajas presiones ondulatorias (Ciclones extratropicales)

---

- Los ciclones extratropicales son sistemas de bajas presiones a escala sinóptica que se producen en las latitudes medias (es decir, del polo hacia fuera de unos  $30^\circ$  de latitud) y tienen escalas de longitud del orden de 500-2500 km
- Se forman cuando dos masas de aire con diferentes temperaturas y contenidos de humedad que fluyen en paralelo, o son estacionarias, se acoplan mediante un centro de baja presión.
- Un ejemplo es la formación de ciclones extratropicales a lo largo de la interfaz de los vientos del oeste de latitudes medias, con las masas de aire polares que se mueven hacia el ecuador, y por lo tanto más frías (es decir, los vientos polares de levante).
- El movimiento de las masas de aire cálido y frío está causado por gradientes de presión y su dirección es sur-norte y norte-sur, respectivamente. Sin embargo, estas direcciones se desvían hacia la derecha (en el hemisferio norte) por las fuerzas de Coriolis.
- La perturbación inicial formada por la cizalladura a lo largo de la interfaz de las dos masas de aire crece a medida que el aire más cálido y ligero se eleva por encima del aire más frío y comienza a girar en una espiral emergente llamada ciclón.
- A medida que el ciclón evoluciona, el frente frío se aproxima al frente cálido que se mueve más lentamente y luego lo alcanza formando un frente ocluido.
- Finalmente, la mezcla entre las dos masas de aire hace que los frentes pierdan su identidad y el ciclón se disipe.
- El enfriamiento adiabático del aire cálido y húmedo da lugar a una amplia región de precipitación estratiforme que se propaga con el flujo de nivel superior mucho más allá de los frentes

# 7.3 Bajas presiones ondulatorias (Ciclones extratropicales)

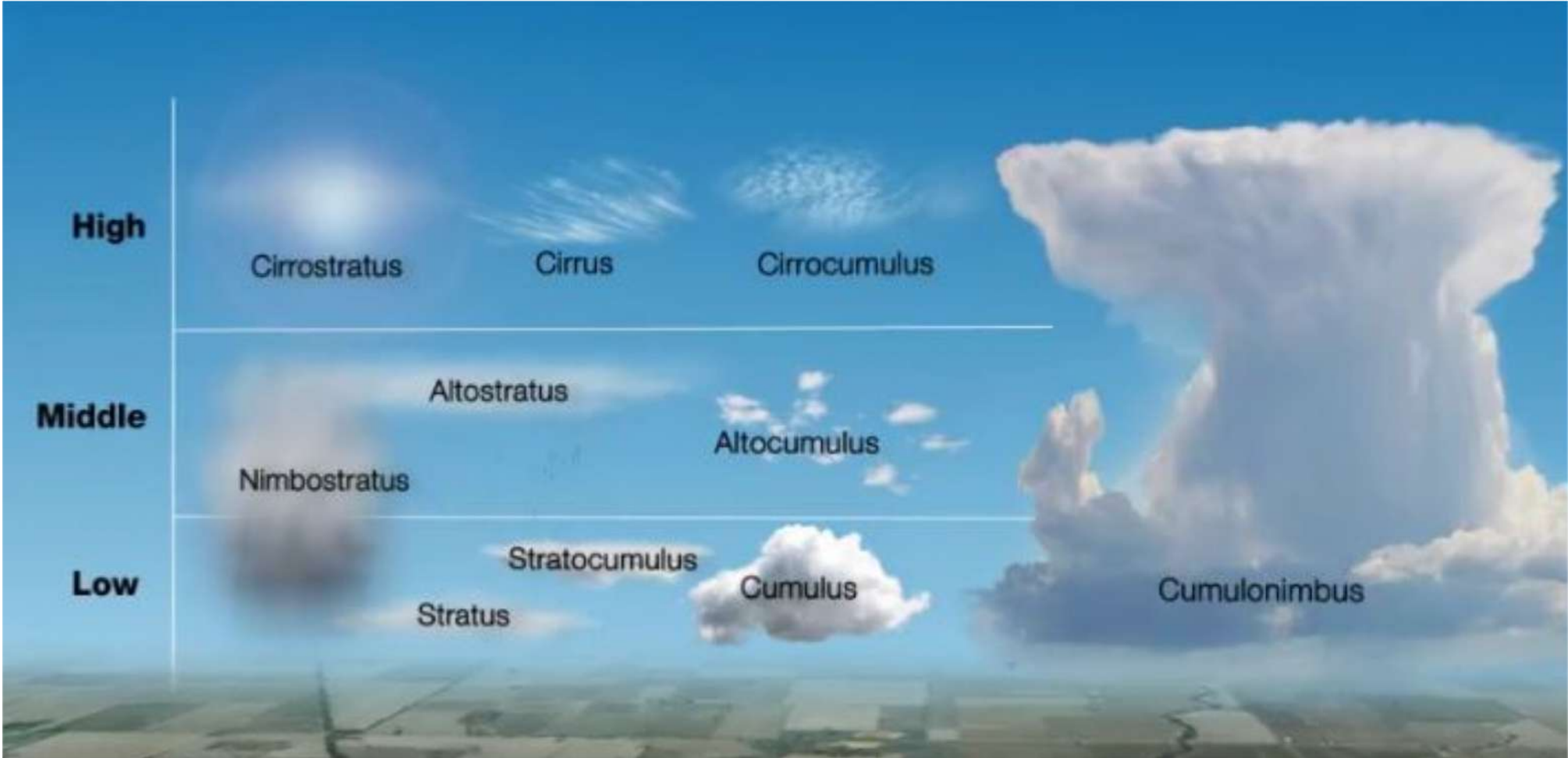


## 7.4 Sistemas nubosos

---

- Las nubes se forman por condensación del vapor de agua en forma de gotas y cristales. Están en continua evolución, cambiando de forma y tamaño. Se pueden clasificar según su origen, altitud y su aspecto.
- Por su origen, las nubes son de convección, las orográficas y las frontales.
- De acuerdo con el Atlas Internacional de Nubes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) las nubes se clasifican en diez géneros, que organizaremos en cuatro grupos según su altitud.
- **Nubes altas**. Situadas a más de 6000 m de altitud. Están formadas por cristales de hielo y suelen ser bastante delgadas y de color blanco.
- Por su forma se pueden distinguir tres tipos de nubes altas: Cirros (Ci), son nubes filamentosas generalmente arrastradas por el viento en altitud. Cirrocúmulos (Cc), formando motas, muchas veces en series alargadas y que cuando son abundantes forman el cielo aborregado. Cirrostratos (Cs), tienen forma extendida como un velo, pueden ser tan delgadas que sólo sean visibles por el halo que forman alrededor del Sol o la Luna.

# 7.4 Sistemas nubosos



## 7.4 Sistemas nubosos

---

- **Nubes medias.** Situadas entre 2000 y 6000 m. Están formadas por gotas de agua pero pueden contener también cristales de hielo.
- Hay de dos tipos: Los altocúmulos (Ac), de color blanco grisáceo, en los que se observa la presencia de zonas sombreadas y generalmente formando grupos.
- Los altostratos (As), forman grandes extensiones que pueden cubrir todo el cielo, pero a través de los cuales se puede distinguir dónde está situado el Sol. Pueden dar lugar a precipitaciones, pero en ese caso suelen evolucionar a nimbostratos.
  
- **Nubes bajas.** Situadas en altitudes inferiores a los 2000 m y formadas principalmente por gotas de agua.
- Nimbostratos (Ns), que son nubes de color gris oscuro, muy uniformes y traen lluvia. Se pueden confundir con los altostratos, pero los nimbostratos son más espesos (hasta 5000 m de espesor) y no dejan ver el resplandor del Sol.
- Los estratocúmulos (Sc), son nubes de aspecto parecido a los nimbostratos pero formando nubes discontinuas entre las que se ve el cielo azul. Se pueden distinguir de los altocúmulos por el tamaño y la altitud. La altitud no siempre es posible apreciarla, pero el tamaño de los altocúmulos es parecido al del dedo pulgar con el brazo estirado, mientras que el de los estratocúmulos es del tamaño de un puño.
- Los estratos (St), son nubes grises con aspecto de niebla que se ha elevado del suelo. No suelen traer lluvia.

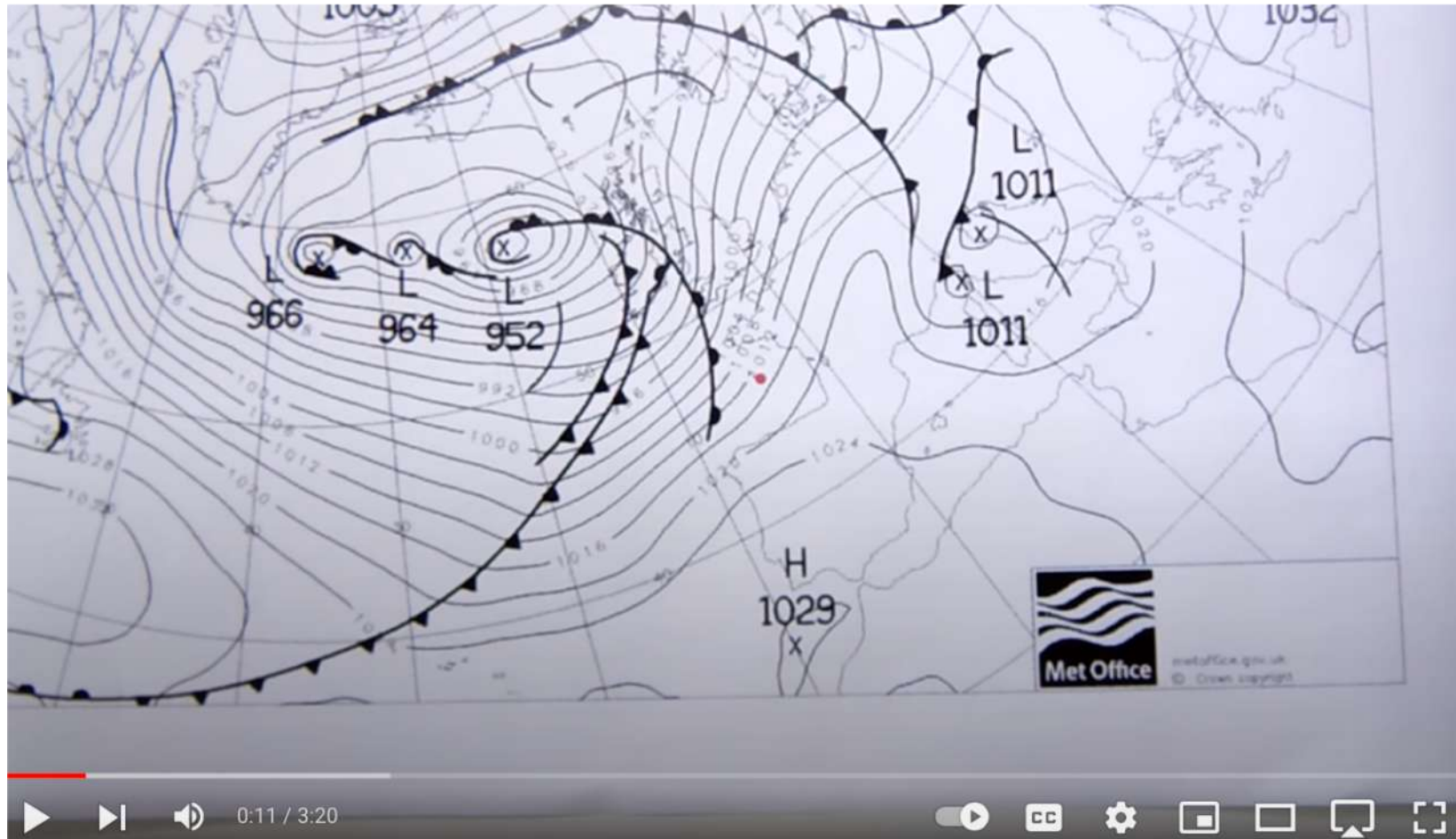
## 7.4 Sistemas nubosos

---

- **Nubes de desarrollo vertical.**
- Los cúmulos (Cu), son pequeñas, con aspecto de algodón, planas por debajo y con formas bien definidas. A veces se presentan en formaciones de pequeño tamaño, cumulus humilis, y otras en acumulaciones con forma de coliflor cumulus congestus, que si continúan desarrollándose terminan formando un cumulonimbo (Cb).
- Cumulonimbo (Cb). Estas nubes pueden extenderse desde los 1000 m hasta 15 o 20 km de altitud y en su momento de madurez adquieren la forma de yunque tan característica. Son la nubes que generan tormentas eléctricas

## 7.e Ejercicios

1- Revisar el video de determinación del viento en un mapa de estado del tiempo  
<https://www.youtube.com/watch?v=2t3ncZk57DU>





## 7.e Ejercicios

---

2- Definir y mostrar imagenes de nubes:

- Lenticular
- Contrails
- Mammatus
- Kelvin-Helmholtz

3- ¿Por qué los frentes están inclinados? ¿Hacia dónde se inclina la superficie frontal, hacia la masa de aire frío o caliente?

4- ¿Cómo se pueden distinguir los altoestratos de los nimboestratos?

# REFERENCIAS

---

- Zuñiga & Crespo (2015): Meteorología y climatología
- Stull.R Practical Meteorology (2017)
- <https://www.youtube.com/watch?v=lpeVqIcLTig>